УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ ТЕЛЕФОНОВ С ОПРЕДЕЛИТЕЛЕМ НОМЕРА (часть 1)

Александр Елецкий

В настоящее время среди продаваемых и находящихся в эксплуатации телефонов с автоматическим определителем номера (АОН) основную массу составляют аппараты, схемотехника которых базируется на микроконтроллере серии Intel'51, работающем под управлением программного обеспечения версий «Русь-хх-плюс» или «Эллис-хх». О них и пойдет речь в этой статье.

Основная проблема ремонта АОНов заключается в том, что далеко не всегда можно найти принципиальную и монтажную схему конкретного аппарата. Существуют десятки фирм, производящих «начинку» для АОНов, и у каждой фирмы есть десятки вариантов реализации схемы, которые постоянно совершенствуются. Неизменной остается лишь структурная схема аппарата, что позволяет разработчикам программного обеспечения создавать новые версии программ с минимальными затратами.

Для того, чтобы успешно ремонтировать АОНы, следует изучить их структурную схему и различные варианты реализации узлов, понять взаимодействие отдельных узлов друг с другом. Это поможет находить неисправность при отсутствии принципиальных и монтажных схем.

СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОМЕРА

Система определения номера предназначена для предоставления платных услуг абонентам телефонных сетей. Она позволяет определить, какому абоненту должен быть выписан счет. Обычно под платными услугами подразумевается доступ к автоматической междугородной телефонной связи.

Происходит определение номера так: когда абонент набирает междугородный номер, он подключается к автоматической междугородной телефонной станции (АМТС). АМТС посылает на автоматическую телефонную станцию (АТС) абонента сигнал запроса частотой 500 Гц и длительностью около 100 мс. В ответ на запрос АТС посылает номер абонента, закодированный в виде безынтервального пакета двухтональных сигналов частотой от 700 до 1700 Гц. Чтобы абонент не смог помешать прохождению сигналов, он отключается от линии на период их передачи. АМТС принимает и расшифровывает пакет, определяя, на какой номер будет выписан счет.

Поскольку для передачи сигналов аппаратура АТС и АМТС использует те же каналы связи, что и для передачи речевой информации, АТС, как правило, не отличает, пришел ли сигнал запроса от АМТС или же от абонентского устройства. Более того, многие АТС выдают информационный пакет вообще без запроса в момент установки соединения. Все это позволяет специальным устройствам, подключенным к абонентским линиям, определять номер звонящего абонента, так как это делает АМТС.

ДЕЙСТВИЯ АОНА ПРИ ВХОДЯЩЕМ ЗВОНКЕ

1. Распознавание вызывного сигнала на линии (120...220 В, 20...50 Гц).
2. Замыкание линии (резистором 300...800 Ом или активной нагрузкой).
3. Пауза около 100 мс.
4. Выдача в линию сигнала запроса частотой 500 Гц и длительностью 100 мс.
5. Анализ наличия ответа АТС в течение примерно 100 мс. При появлении ответа переход к п. 6. При отсутствии ответа и если число запросов не превысило программно заданный максимум, переход к п. 4.
6. Анализ ответа АТС (определение номера).
7. Выдача звуковых сигналов звонка в динамик телефона.
8. Анализ линии на подключение параллельного аппарата. В случае его обнаружения, переход к п. 12.
9. Имитация сигнала «контроль посылки вызова» вызывающему абоненту (425 Гц, 1 с).
10. Анализ линии на подключение параллельного аппарата. В случае его обнаружения, переход к п. 12.
11. Пауза (4 с), в течение которой АОН анализи-

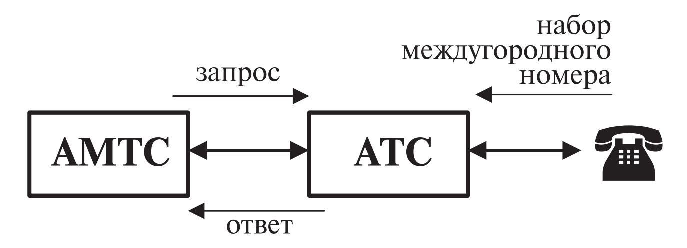


Рис. 1. Взаимодействие АТС и АМТС

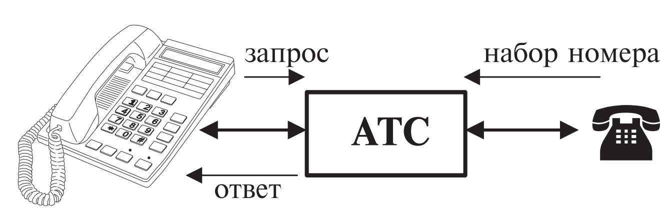


Рис. 2. Взаимодействие АТС и абонентского АОНа

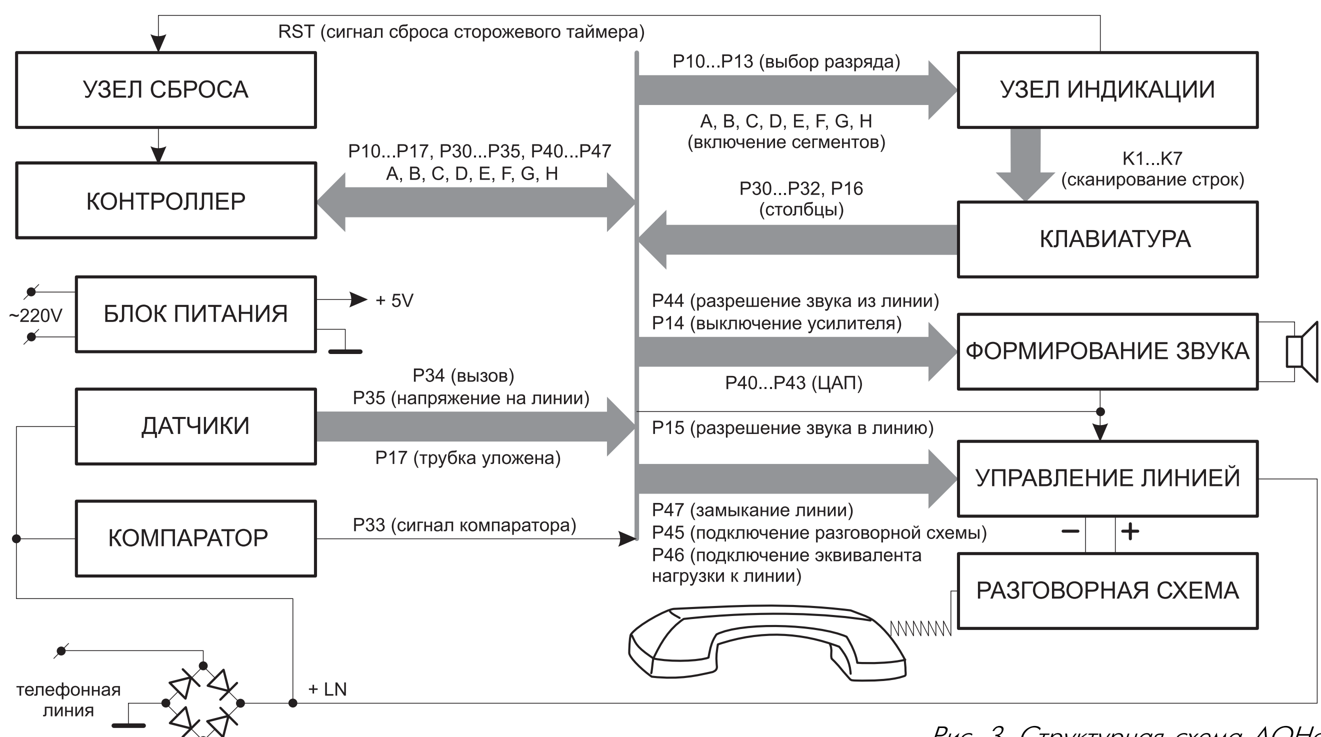


Рис. 3. Структурная схема АОНа

рует сигналы в телефонной линии на предмет появления сигнала занятости (вызывающий абонент положил трубку, не дождавшись ответа). При отсутствии сигналов переход к п. 7. При наличии — к п. 12.

12. Освобождение телефонной линии (отключение нагрузки).

Естественно, в процессе выполнения п.п. 7...11, АОН проверяет, не поднята ли трубка на нем самом, и, в случае обнаружения поднятия, прекращает все действия и подключает к линии разговорную схему.

Особого внимания заслуживает процедура, выполняемая в п.п. 8 и 10. Некорректное ее выполнение отрицательно отражается на работе АОНа как телефона вообще. При ложном обнаружении параллельного аппарата АОН освобождает линию, и связь прерывается до того, как вызываемый абонент поднял трубку. При необнаружении параллельного аппарата АОН будет продолжать звонить и имитировать гудки в линию после снятия трубки на параллельном аппарате, делая невозможным разговор с него. Процедура распознавания поднятия трубки на параллельном аппарате состоит из следующих шагов:

1. Размыкание телефонной линии (отключение нагрузки).

2. Анализ напряжения на линии. При обнаружении высокого напряжения (40 вольт и выше) считается, что на параллельном аппарате трубка не поднята, переход к п.3. При сохранении низкого уровня считается, что поднята трубка на параллельном аппарате.

3. Замыкание телефонной линии (подключение нагрузки).

Между размыканием и замыканием линии проходит незначительный промежуток времени (до 10 мс). За это время АТС не успевает распознать отключение аппарата и связь не прерывается. Тем не менее, громкий щелчок хорошо слышен звонящему абоненту. Чтобы замаскировать его, процедура анализа линии на предмет снятия трубки на параллельном аппарате выполняется в начале и в конце сигнала имитации длинного гудка.

Все остальные манипуляции, выполняемые АОНом с телефонной линией, мало чем отличаются от работы обычного аппарата, поэтому здесь не будут рассмотрены.

Перейдем к описанию схемы. Обратите внимание: на рисунках, там, где в наименовании элемента присутствуют символы «хх», могут находиться любые символы, например, под 74хх373 подразумевается 74373, 74LS373, 74ALS373, 74HC343 и т.д. Там, где в конце списка стоит многоточие, подразумевается «и другие с подобными параметрами».

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА АОНА

Электронную схему АОНа можно условно разделить на следующие узлы: контроллер, блок питания, узел сброса, узел индикации, клавиатура, датчики, компаратор, узел формирования звуковых сигналов, узел управления линией, разговорная схема (рис. 3).

Контроллер обрабатывает информацию, поступающую от клавиатуры и датчиков и осуществляет управление всеми узлами аппарата. Узел сброса обеспечивает начальный запуск контроллера и «следит», чтобы контроллер не «завис». Узел индикации служит для отображения визуальной информации на светодиодном индикаторе, с помощью клавиатуры пользователь управляет аппаратом, набирает номер. Датчики дают контроллеру информацию о состоянии телефонной линии, о поднятии трубки и других событиях. Компаратор — это «ухо» АОНа, с помощью которого он распознает на линии сигналы от АТС, сигналы тонального набора параллельных телефонов и

дистанционного управления. Узел формирования звуковых сигналов обеспечивает все то, что слышно из динамика аппарата. Узел управления линией предназначен для набора номера, для выдачи звуковых сигналов в линию, он также осуществляет замыкание линии на эквивалент нагрузки при автоподнятии и автодозвоне и подключение разговорной схемы. Разговорная схема обеспечивает прием и усиление звуковых сигналов из телефонной линии и выдачу их в динамик трубки, а также прием и усиление сигнала с микрофона трубки и выдачу его в линию.

КОНТРОЛЛЕР

Основой схемы контроллера (рис. 4) является популярный микроконтроллер серии Intel'51: 80C51 или 80C31 (отечественный аналог — КР1830ВЕ51/ВЕ31). Микроконтроллер содержит процессор, два таймера-счетчика, оперативную память небольшого объема, четыре восьмиразрядных порта ввода-вывода.

Номера выводов микроконтроллера показаны для микросхемы с двухрядным расположением выводов. В современных моделях такие встречаются редко, чаще используются более компактные типы корпусов с четырехсторонним расположением выводов. Следует учитывать, что для таких микросхем встречается два способа нумерации выводов: начиная от среднего вывода ключевой стороны или от ключевого угла (рис. 5).

Программа записана в микросхему ПЗУ DD2: 27C512 (версии «Русь») или 27C256 (версии «Эллис» и упрощенные версии «Русь»). Цоколевка 27C256 отличается от 27C512 тем, что вывод номер 1 не задействован, обычно он подключен к плюсовой шине питания. Выборку ПЗУ микроконтроллер осуществляет низким уровнем сигнала PSE. ПЗУ, как правило, устанавливается на панельку для облегчения процедуры замены программы. При включении питания программа версии Русь-22...25 производит тестирование ПЗУ (подсчет контрольной суммы и сравнение с эталоном). При обнаружении ошибки на индикаторе появляется надпись Err ПЗУ. В этом случае нужно попытаться установить заведомо исправную микросхему ПЗУ с аналогичной прошивкой. Если и она не работает, следует проверить линии старших адресов на разрывы и на замыкания между собой.

Телефонные номера и параметры настройки в ранних моделях аппаратов хранились в микросхеме статической памяти DD3(1) — 6216 (КР573РУ10), в более поздних моделях – в микросхемах ОЗУ большей емкости DD3(2) — 6264 (КР573РУ17), а также 62128, 62256 — это так называемая «расширенная память». В современ-

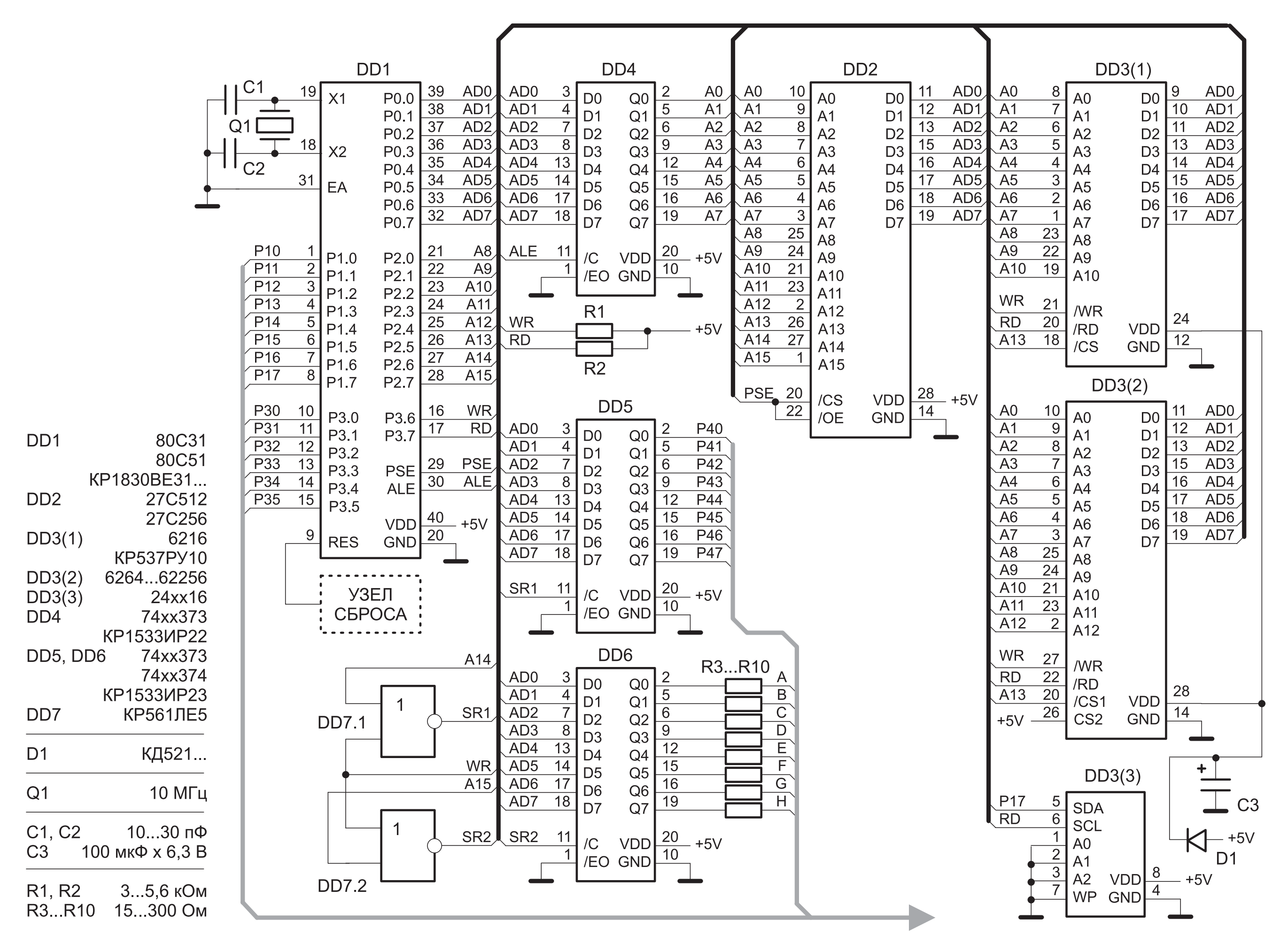


Рис. 4. Контроллер

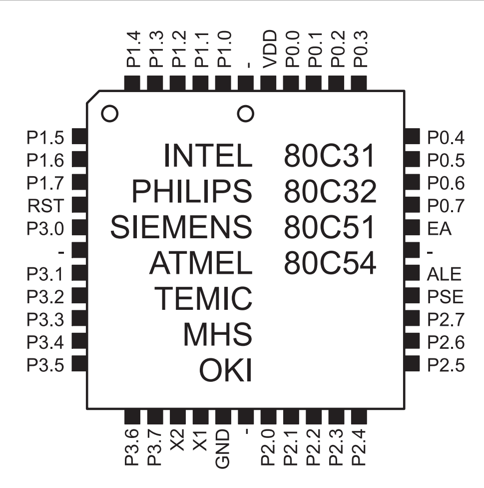


Рис. 5. Цоколевка микроконтроллера с четырехсторонним расположением выводов

ных моделях используется компактная и энергонезависимая микросхема EEPROM DD3(3) — 24LC16. *Для упрощения на схеме изображены все три варианта памяти, но в конкретном АОНе может присутствовать только один из них.* В случае применения статического ОЗУ его питание осуществляется через диод D1. При кратковременных отключениях напряжения в сети ОЗУ входит в режим микропотребления и хранение информации в нем обеспечивается за счет энергии конденсатора С3. В зависимости от емкости конденсатора и типа микросхемы памяти, этой энергии хватает на период от нескольких секунд до нескольких суток. При этом сохраняются записные книжки и параметры настройки аппарата. Обычно именно неисправность диода D1 приводит к появлению на индикаторе надписи Err ОЗУ при включении АОНа (когда аппарат производит тестирование памяти).

В процессе выборки очередного адреса ОЗУ или ПЗУ микроконтроллер устанавливает высокий уровень на линии ALE, выставляет на шине AD0..AD7 младший байт адреса, затем устанавливает низкий уровень ALE, при этом младший байт адреса фиксируется в регистре DD4 — 74xx373 (КР1533ИР22). Далее микроконтроллер выставляет на шине AD0..AD7 необходимую информацию для записи в ОЗУ или в регистры DD5, DD6, или же устанавливает на ней высокие уровни для чтения информации из ОЗУ или ПЗУ. На шину A8...A15 выводится старший байт адреса. По сигналу WR происходит запись информации в выбранную ячейку памяти или регистр, или по сигналу RD происходит считывание ячейки памяти, или по сигналу PSE считывание информации из ПЗУ.

Два из четырех портов микроконтроллера задействованы для работы с ПЗУ и статическим ОЗУ, поэтому оставшихся двух портов не хватает для сбора информации со всех внешних датчиков и управления всеми внешними (не входящими в состав контроллера) устройствами. Проблема решается при помощи двух дополнительных регистров DD5 и DD6 — 74xx373 (КР1533ИР22) или 74xx374 (КР1533ИР23). Возможность применения регистров с разным способом записи обусловлена тем, что на протяжении всего импульса WR данные на шине AD0...AD7 достоверны и их фиксация возможна и по отрицательному, и по положительному фронту сигнала WR. Регистр DD5 формирует звуковые сигналы и управляет линией, DD6 управляет индикатором.

Внимание! Нумерация входов и выходов регистров DD4, DD5 и DD6 приведена условно. Проектировщики плат производят перестановку триггеров регистра из соображений оптимизации топологии платы. Поэтому, чтобы найти на плате нужный сигнал, следует выполнить такую процедуру. Для примера будем считать, что нужно найти сигнал P42. Выход регистра DD5 P42 соответствует входу, с которым соединена линия AD2 и вывод P0.2 микроконтроллера. Установив один щуп омметра на вывод P0.2, а другим поочередно проверив все входы регистра DD5, легко найти нужный вход, а соответствующий ему выход регистра и будет искомым сигналом.

На логических элементах DD7.1 и DD7.2 собрана схема выборки регистров DD5 и DD6. При низком уровне на линии A14, сигнал WR инверсно отображается на линии SR1, а при низком уровне A15 — на линии SR2. Обычно в качестве DD7 применяется К561ЛЕ5, однако в некоторых схемах можно встретить логические элементы ИЛИ без инверсии на выходе. Если в аппарате отсутствует индикация при сохранении остальных функций, или же отсутствуют любые звуковые сигналы с одновременным бездействием схем управления линией, в первую очередь следует обратить внимание на схему выборки.

В качестве тактового генератора используется встроенный осциллятор микроконтроллера, частотозадающим элементом которого является кварцевый резонатор с частотой 10 МГц (в редких моделях — 8 МГц или 12 МГц). Поломка кварцевого резонатора — одна из самых популярных неисправностей контроллера. Причина тому — слабая ударостойкость отечественных кварцев. Если ни на одном выводе резонатора не обнаруживается сигнал амплитудой от 1 до 5 В и частотой 10 МГц, то для начала следует заменить кварцевый резонатор, затем проверить питание. При нормальном питании и отсутствии осцилляций микросхему следует заменить. Иногда причиной неработоспособности тактового генератора является обилие активного флюса под корпусом микроконтроллера с четырехсторонним расположением выводов.

Серьезным недостатком рассмотренной схемы является большое число соединений между микроконтроллером, ПЗУ, ОЗУ и регистрами. Плотная сетка проводников на печатной плате, к тому же, из-за стремления большинства производителей к дешевизне, не покрытая маской, является удобным полигоном для разнообразных «ляпов» и замыканий металлическим мусором, для обрывов, непропаев, трещин и некачественной металлизации, и, наконец, для бытовых насекомых. Поломки, связанные с такими дефектами довольно трудно поддаются диагностике, особенно когда они проявляются раз в неделю на несколько секунд. И все же есть несколько полезных рекомендаций. Плату контроллера следует отвинтить и, подав на нее

питание, слегка изгибать в разных направлениях. Если индикация то появляется, то пропадает в зависимости от изгиба — это именно механический дефект. Чтобы локализовать его, нужно внимательно просмотреть проводники платы и зазоры между дорожками, места паек, вытащить из панельки и установить заново микросхему ПЗУ. Далее следует пропаять с нейтральным флюсом монтажные и переходные отверстия. Особое внимание следует уделить столь популярным в последнее время планарным компонентам, и, в первую очередь, микроконтроллеру. Чаще всего именно их низкокачественный монтаж приводит к неустойчивой работе аппарата. Выводы микросхем следует пропаять с нейтральным флюсом и после этого снова проверить плату на изгиб.

Очень важную роль в работе контроллера играет узел сброса. Он обеспечивает подачу сигнала начального сброса на микроконтроллер и «следит» за тем, чтобы программа не зависла. В случае зависания узел сброса производит перезапуск микроконтроллера. Подробное описание схемотехники этого узла приведено ниже.

БЛОК ПИТАНИЯ

Контроллер, а также некоторые другие узлы АОНа питаются от источника стабилизированного напряжения + 5 В и потребляют ток 2...250 мА в зависимости от модели аппарата, яркости индикации, громкости звука и режима работы. Современные модели работают и при пониженном, вплоть до 3,5 В, напряжении, что позволяет использовать для резервного питания три гальванических элемента. Обычно используется классический блок питания на интегральном стабилизаторе. Два варианта схемы показаны на рисунках 6 и 7.

Как ни странно, столь простое устройство, как блок питания, принесло репутации АОНов наибольший ущерб. Это связано с тем, что из соображений удешевления многие производители применяют откровенно низкокачественные блоки. Большинство поломок таких блоков связано с разгерметизацией и испарением электролита из отечественных электролитических конденсаторов С51 (блоки питания Электроника Д2-37). В блоках УВИП часто завышено число витков вторичной обмотки, в результате стабилизатор сильно нагревается, а сферическая форма радиатора такова, что конденсатор С51 расположен прямо в его тепловом фокусе. В некоторых блоках питания вовсе отсутствует конденсатор С52, что часто приводит к возбуждению стабилизатора.

Гораздо более редкий случай — пробой стабилизатора, когда входное напряжение (9...12 В) попадает на выход, и, соответственно, на схему аппарата. В результате при отсутствии в схеме контроллера защитного стабилитрона через несколько секунд начинают нагреваться и выходить из строя микросхемы (в первую очередь микросхема ПЗУ 27С512 или 27С256). Если стабилитрон есть, он обычно плавится и закорачивает шину питания, спасая остальные элементы.

ИНДИКАЦИЯ И КЛАВИАТУРА

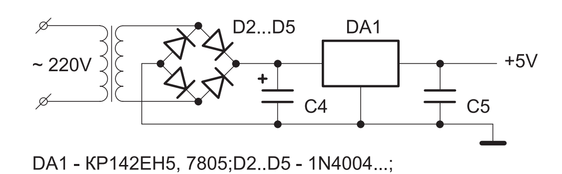


Рис. 6. Блок питания (вариант 1)

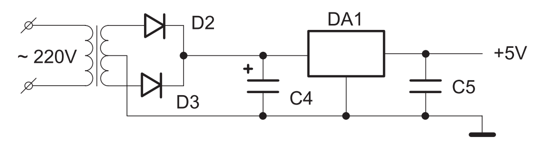


Рис. 7. Блок питания (вариант 2)

В АОНе применена динамическая светодиодная индикация. В каждый момент времени включены сегменты только одного из девяти разрядов. Изображение на индикаторе обновляется примерно 100 раз в секунду и создается эффект непрерывного свечения. Регулировка яркости выполняется за счет изменения скважности импульсов включения разрядов (рис. 9).

Разряды индикатора поочередно выбираются дешифратором DD8, который, в свою очередь, управляется сигналами контроллера P10...P13. В качестве дешифратора обычно используется микросхема К555/155ИД10. Сегменты выбранного разряда зажигаются сигналами A...H, формируемыми регистром DD6 контроллера. Резисторы R3...R10 ограничивают ток через светодиоды. Выходы дешифратора одновременно служат для сканирования строк клавиатуры. Кроме того, с

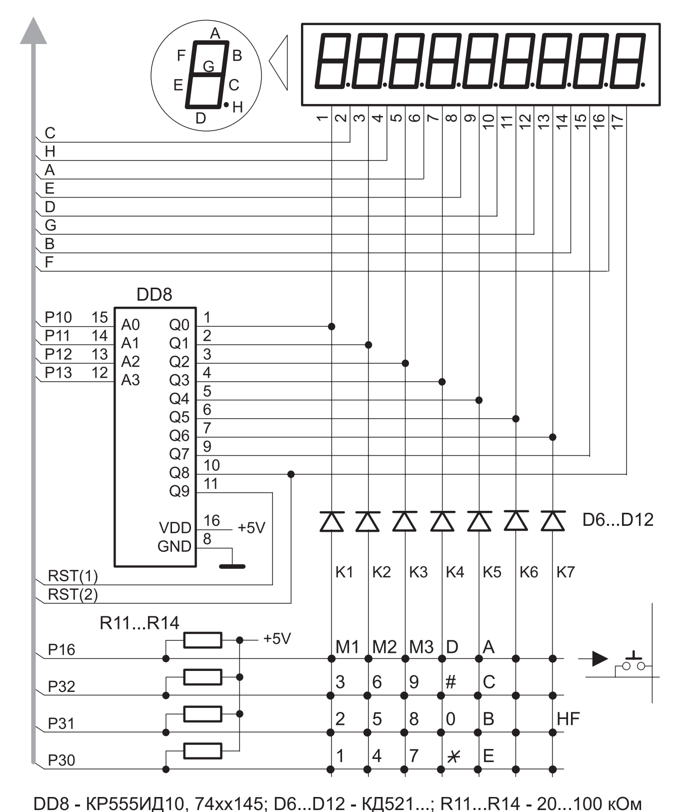


Рис. 8. Узел индикации и клавиатура

Таблица 1. Функции клавиш

Клавиша	Русь	Эллис
*	автодозвон, двухкратное нажатие – вход в режим функций	выход в основное состояние, переключение часы/телефон
#	выход в основное состояние, переключение часы/телефон, при поднятой трубке – сброс	автодозвон
M1	список входящих звонков	список входящих звонков
M2	список исходящих звонков	записная книжка
M3	записная книжка	список исходящих звонков
A	HOLD, захват линии (Русь-25), анти-АОН, многономерный автодозвон (Русь-23)	говорящие часы
B	запись номера в записную книжку	выбор режима
C	голосовая диктовка списка входящих звонков (Русь-25)	коррекция параметров
D	вход в режим функций	громкая связь
E	автодозвон	автодозвон по номеру из записной книжки
HF	громкая связь	

выхода Q9 дешифратора (в АОНах со статическим ОЗУ) или с выхода Q8 (в АОНах с памятью 24LC16) подается сигнал RST на узел сброса.

Клавиатура АОНа представляет собой матрицу из строк и столбцов, на пересечении которых находятся клавиши. Столбцов всегда четыре (P30...P32, P16), а строк (K1, K2, K3 ...) может быть разное количество, в зависимости от модели аппарата. Обычно в АОНах с версией программы «Эллис» используется 5 строк, в «Русях» без громкой связи — 6 строк, с громкой связью — 7. Назначение нецифровых клавиш может быть разным в зависимости от версии программы. Типичные их функции показаны в таблице 1.

Неисправности блока индикации относительно легко распознаются. Если не светится один и тот же сегмент во всех разрядах, — виноват один из выходов регистра DD6 или оборван соответствующий проводник. Если полностью не светится один разряд, нужно проверить соответствующий выход дешифратора. При отсутствии свечения одного или нескольких разных сегментов — неисправность в самом индикаторе.

Клавиатура — один из наиболее быстро изнашивающихся компонентов АОНа. Это связано с ее негерметичностью (пыль легко попадает через щели в корпусе под замыкатели) и низкой чувствительностью (низкое входное сопротивление линий P30...P32, P16). При затрудненном нажатии клавиш в первую очередь следует промыть спиртом контактные площадки клавиатурной платы и резинки-замыкатели. Если это не помогает или помогает ненадолго, нужно хорошо прогреть чистым жалом паяльника замыкатели так, чтобы их поверхность приобрела матовый оттенок. Не рекомендуется для повышения чувствительности клавиатуры увеличивать сопротивление резисторов R11...R14. Это может привести к тому, что программа начнет путать строки и на нажатие одних кнопок будет реагировать, как на другие.

Другая популярная неисправность клавиатуры — замыкание линий клавиатуры (строк со столбцами, строк между собой или столбцов) — связана с низким качеством сборки. Поскольку изначально клавиатурная матрица не всегда совпадает с тем, что нужно АОНу, ее приходится переделывать, перерезая отдельные проводники и устанавливая перемычки. Часто перемычки делаются неизолированным проводом и прямо по поверхности клавиатуры, при этом от проводников самой клавиатуры их отделяет лишь тонкий слой защитной маски. Со временем этот слой может повредиться, и перемычка замкнется с проводником.

Продолжение следует